(11)特許出版公開番号

特開2000-293693

(43)公開日 平成12年10月20日(2000.10.20) (P2000-293693A)

0086	COST	G01V	G06T	(51) Int.CL'
1/16	1/00	8/10	7/00	
				裁別記号
G06F	G01V	6086	G06F	F I
15/62	9/04	1/16	15/62	
380	s	C	415	
		081H9	5B057	テーマコード(参考)

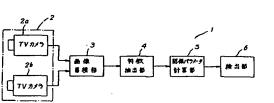
프

是共具方按人			
弁理士 被多野 久 (外1名)			
100078765	(74) 代理人 100078765		
号株式会社東芝岡西研究所内			
兵庫県神戸市東建区本山南町8丁目6番26			
前田 第一	(72)発明者		
号株式会社東芝閩西研究所内			
兵庫県神戸市東農区木山南町8丁目6番26			
海海 返	(72)発明者		
神奈川県川崎市寺区領川町72番地		平成11年3月31日(1999.3.31)	(22)山城日
株式会社東芝			
000003078	(71)出國人 000003078	特盟 平11-130451	(21) 田醫條字
審査請求 未請求 請求項の数12 書面 (全 24 頁)	審查請求		

(54) 【発明の名称】 障害物検出方法および装置

動や路面自体に傾斜があつても路面上に存在する障容物 【撰題】 キャリプレーションを行うことなべ走行中に破

高さを有する質域を障害物質域として検出する検出部 6 により定まる関係式に基づいて道路平面に対して異なる 関係式パラメータ計算部5により計算されたパラメータ 左踵像、右回像への投影位距の間に成り立つ関係式のパ 求められた対応点に基力いて、道路平面上の任意の点の り、抽出した複数の数に基力された画像、右画像間の対 招きれた左直像、右面像上に扱された複数の線を抽出 ラメータを計算する関係式パラメータ計算部5と、この 応点を求める特徴抽出部4と、この特徴抽出部4により 画像を掛付する画像装積部3と、この画像搭積部3に装 カメラ2a、2hによりそれぞれ協影された左回像、右 光平価を描写する2台のTVカメラ2a、2bと、TV を検出する知事物検出装置1。阿害物検出装置1は、道 【解決手段】複数の線を有する道路平面上の障害物領域



【特許請求の範囲】

出する障害物検出装置であって、 【請求項1】 複数の線を有する而上の障害物領域を検

なる高さを有する領域を障害物領域として検出する検出 成り立つ関係式のパラメータを計算するパラメータ計算 いて、前記面上の任意の点の各画像への投影位階の間に 出手段と、この抽出手段により求められた対応点に基プ の画像上に表された前記複数の線を抽出し、抽出した複 手段とを備えたことを特徴とする障害物検出装置。 メータにより定まる関係式に基力いて前記面に対して異 手段と、このパラメータ計算手段により計算されたパラ 数の線に基づいて前記複数の画像間の対応点を求める抽 る画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された複数 デバイスによりそれぞれ撮影された複数の画像を記憶す 画像や撮影する複数の撮影デバイスと、この複数の撮影

記載の障害物検出装置。 基準撮影デバイスの視点とを結ぶ直線の前記参照画像上 照画像上の対応点は、前記基準画像上の任意の点と前記 残りの撮影デバイスにより撮影された画像を参照画像と への投影直線上に拘束されることを特徴とする請求項 1 したとき、前記基準画像上の任意の点に対応する前記参 **準撮影デバイスにより撮影された画像を基準画像とし、** 【請求項2】 前記複数の撮影デバイスの内の1つの基

対応点の鎖を求めており、 影直線に基づいて前記基準画像および前記参照画像間の の殺および前記基準画像に対する前記参照画像上への投 【請求項3】 前記抽出手段は、前記基準画像上の複数

求項 2 記載の障害物検出装置。 式のパラメータを求める手段であることを特徴とする請 よび前記参照画像に対する投影位置の凹に成り立つ関係 の組に基づいて、前記而上の任意の点の前記基準画像お れた前記基準画像および前記参照画像間の複数の対応点 **前記パラメータ計算手段は、前記抽出手段により求めら**

の複数の点および第2の複数の対応点の組とを求めるよ を第2の複数の対応点として求めることにより、前記第 の線の内の一本の線1上の第1の複数の点と前記参照画 うにしたことを特徴とする請求項3記載の障害物検出装 1の複数の点および第1の複数の対応点の組と前記第2 め、前記基準画像上の複数の線の内の1以外の1本の線 像上の投影線との交点を第1の複数の対応点として求 上の第2の複数の点と前記参照画像上の投影線との交点 【請求項4】 前記抽出手段は、前記基準画像上の複数

韓画像上の任意の点の輝度と求められた前記参照画像上 の点に対応する前記参照画像上の対応点を、前記関係式 の点が前記而上に存在すると仮定した場合に、前記任意 上の任意の点が前記而に対して異なる高さを有する障害 50 の対応点の輝度とを比較することにより、前記基準画像 パラメータにより定まる関係式に基づいて求め、前記基 【請求項5】 前記検出手段は、前記基準画像上の任意

特開2000-293693

2

とする請求項3または4記載の障害物検出装置。 物領域に属するか否かを判定するようにしたことを特徴

異計算手段とを備えたことを特徴とする請求項3または いて、前記参照画像上の任意の点が前記面に対して異な 合に、前記基準撮影デバイスで得られる画像に変換する 4 記載の踏密物板出装置。 る高さを有する障害物領域に属するか否かを判定する遵 れた参照画像との差異を計算し、計算された差異に基づ 変換手段と、前記基準画像と前記変換手段により変換さ 参照画像の任意の点が前記面上に存在すると仮定した場 【請求項6】 前記検出手段は、前記参照画像を、当該

物校出装置。 算するようにしたことを特徴とする請求項 6 記載の監査 紀変換参照画像との差分を取ることにより前記差異を計 [請求項7] 前記差異計算手段は、前記基準画像と前

とにより差異を計算するようにしたことを特徴とする詰 求項 6 記載の障害物後出装置。 変換参照画像間の輝度値の正規化相互相関を計算するこ 定し、設定したウインドウ内の前記基準画像および前記 任意の点に対して、この点を中心としたウインドウを割 [請求項8] 前記差異計算手段は、前記参照画像上の

項記載の障害物検出装置。 破したことを特徴とする請求項1乃至8の内の何れか1 する路面であり、前記障害物検出装置を前記移動体に搭 (請求項9) 前記面は実空間で移動する移動体が走行

とする請求項9記載の障害物検出装置。 避するための所定の処理を行う手段を備えたことを特徴 られた際に、前記移動体の前記障害物領域への移動を回 領域に対して前記移動体を移動させる移動指示情報が送 【請求項10】 前記検出手段により検出された障害物

なくとも1つの画像を、前記検出手段により検出された 異なる態様で表示する表示手段を備えたことを特徴とす 障害物領域を当該画像上の他の安全領域の表示態様とは る請求項10記載の知害物検出装置。 【謝求項11】 前記画像記憶手段により記憶された少

検出する障害物検出方法であって、 【請求項12】 複数の線を有する面上の障害物領域を

領域として検出するステップとを備えたことを特徴とす ータを計算するステップと、このパラメータ計算ステッ 数の画像間の対応点を求めるステップと、このステップ **プいて前記面に対して異なる高さを有する領域を顧書物** 点の各画像への投影位置の間に成り立つ関係式のパラメ により求められた対応点に基プいて、前記而上の任意の 複数の線を抽出し、抽出した複数の線に基プいて前記複 ステップにより記憶された複数の画像上に表された前記 撮影された複数の画像を記憶するステップと、この記憶 複数の画像を撮影するステップと、撮影ステップにより プにより計算されたパラメータにより定まる関係式に基

【発明の詳細な説明】

(発明の属する技術分野) 道路等の面上を走行する自動 り、先行車等の他車両や歩行者等の道路上に存在する自 **小両以外の物体 (以下、障害物と定義する)を検出する 車等の車両の運転を支援するために、TVカメラによ** 障害物検出方法および装置に関する。

る。これに対し、複数台のTVカメラを用いる方法は3 30 一ザ自体が高価であるため、非実用的である。また、障 テレオ根とは、例えば2つのカメラを左右に配置し、3* 1台のTVカメラを使用する方法は、そのカメラで撮影 る。障害物検出手段としてレーザを利用する方式は、レ **咨协検知手段として超音波を利用する方式は、超音波の** は、その障害物検出手段としてレーザや超音波等を利用 解像度が低いため、障害物の検出精度に問題があり、こ 障害物検出手段としてTVカメラを使用する方式は、T Vカメラ自体が比較的安価であり、その解像度や計測精 **低、計測範囲等の面からも障害物検出に適することが分** かっている。近路上の障害物検出手段としてTVカメラ それ以外の領域を障害物領域としている。 しかしな がら、道路上には、道路に類似した輝度、色、あるいは テクスチャを有する障害物も数多く存在するため、この を用いる場合、1台のTVカメラを使用する方法と複数 (模様) 等の情報を手がかりにして道路領域と障害物領 域とを分離する。例えば、画像中で彩度の低い中程度の **即度領域、つまり灰色の領域を抽出して道路領域を求め** たり、テクスチャの少ない領域を求めて道路領域を抽出 方法で障害物領域と道路領域とを区別するのは困難であ これは一般にステレオ視と呼ばれる検出方式である。ス 次元情報を手がかりにして道路上の障害物を検出する。 れも実用性を阻害している。 上記2つの方式に対して、 台のカメラ(ステレオカメラ)を使用する方法がある。 【従来の技術】道路上の障害物を検出するための技術 するものと、TVカメラを利用するものとに大別され した1枚の画像から、輝度や色、あるいはテクスチャ

かじめ求めておくと、ステレオ視により、回像中の任意 三角測量の要領で、その点の3次元位置を求めるもので ある。各カメラの道路平面に対する位置や姿勢等をあら の点の道路平面からの高さを得ることができ、この高さ の有無により、障害物領域と道路領域とを分離すること ができる。このステレオ視を用いた障害物検出方式によ れば、1台のカメラを用いた場合で区別することが困難 であった道路に類似した輝度、色、あるいはテクスチャ を有する障害物を道路領域と区別して検出することが可 能である。ところで、通常のステレオ視技術は、画像上 の任意の点のワールド座標系 (絶対座標系) に対する3 次元位置を求める技術であり、このためには、あらかじ め各カメラのワールド座標系に対する関係(位置、姿勢 (撮影方向等)、カメラレンズの焦点距離等)に関する ブレーションと呼ぶ。キャリブレーションは、ワールド 座標系に対する位置が既知の多数の点を用意し、それら るカメラの位置や姿勢、カメラレンズの焦点距離等に関 する関係式パラメータを算出する作業である。しかしな 時間と労力を必要とするという問題がある。そこで、画 **亊物、高さ無し→道路平面として、障害物を検出する方** 式が考え出されている。このとき、道路平面からの高さ 以下、関係式パラメータを求める作業(処理)をキャリ の点の画像への投影位置を求め、ワールド座標系に対す がら、上記キャリブレーション作業を行うには、多大な 像上で道路領域と障害物領域とを分離することのみに着 目して、キャリブレーションを行うことなく、道路平面 からの高さの有無を判別し、高さ右り→道路平面上の障 *次元空間中で同一点である点を左右画像間で対応づけ、 パラメータ(関係式パラメータ)を求める必要がある。

(数1)

の有無は、以下のようにして判別できる。道路平面上の

点の左右画像への投影点を(n, v), (n, v))

Œ $h_{21}u + h_{22}v + h_{23}$ h31 u + h32 v + h33 $h_{11}u + h_{12}v + h_{13}$ h31 u + h32 v + h33

関係式パラメータである。hは、予め道路平面上の4点以上の左右画像への投影 という関係式が成り立つ。なお、h=(hi;,h;;,h;;,h;;,h;;,h 23, ho1, ho2, ho2) T (Tは転置配号) は、各カメラの道路平面に対する 関係(位置と姿勢、さらに、各カメラのレンズの魚点距離、画像原点等)を表す 点 (ni, vi)、 (ni, vi) (i=1, 2, …, N) から求めておく。 が道路平面上に存在すると仮定した場合の右画像上の対 この関係式を用いて、左頭像上の任意の点P (u, v) 50 広点P' (u', v')を求める。点Pが道路平面上に

特開2000-293693

3

に属すると判定することができ、キャリプレーションを 行うことなく障害物の判定を行うことが可能である。 P'の阿度の追いが大きい場合には、点Pは降害物領域 で、2点の阿度の差は小さくなる。したがって、点Pと 存在すれば、点PとP、が正しい対応点の組となるの

いては、道路平面と各カメラとの間の幾何学的な関係は変わらないため、一度求 上述した道路平面からの高さの有無により障害物を検出する方式は、ステレオ **視用の複数台のカメラが固定している際、すなわち、車両が停止している際にお** めた関係式パラメータトを使って、道路平面上に存在する障害物を検出可能であ [9,2]

障害物検出装置は、超音波やレーザを検出手段として利× りキャリブレーションを行うことなく降害物を検出する [発明が解決しようとする欺脳] 上述したように、複数 台のTVカメラを用いて道路平面からの高さの有無によ

[443]

※用する装置と比べて安値で、かつ検出結度が高く、しか かかる時間および労力を低減するという多くの利点を有 も、キャリブレーション作業を不用にして障害物検出に している。

しかしながら、上記道路平面からの高さの有無により障害物を検出する障害物 検出装置において、車両が走行している場合には、車両自体の振動や道路の傾斜 の変化等のため、道路平面と各カメラとの間の相対的な位置や姿勢等の関係は時 々刻々変化する。すなわち、車両走行中においては、道路平面と各カメラの幾何 学的関係は絶えず変化するため、関係式パラメータhも変化し、障害物の検出精 度が著しく低下するという問題があった。

出し、抽出した投影像から面と各カメラとの幾何学的な 本発明は上述した事情に鑑みてなされたもので、エビボ 一ラ拘束のみが既知な複数のTVカメラを用いて撮影し た複数枚の画像から、面上の2本以上の数の投影像を抽 で、走行中に振動や路面自体に傾斜があつても、路面上 に存在する障害物を検出することができる障害物検出方 関係を求めることにより、キャリブレーションが不要 **法および装置を提供することをその目的とする。**

位手段と、この画像記憶手段に記憶された複数の画像上 に表された前記複数の線を抽出し、抽出した複数の線に とを備えている。第1の発別において、前記複数の撮影 デバイスの内の1つの基準撮影デバイスにより撮影され 【似題を解決するための手段】上述した目的を達成する ための第1の発明によれば、複数の線を有する面上の障 **害物領域を検出する障害物検出装置であって、画像を撮** によりそれぞれ撮影された複数の画像を記憶する画像記 タにより定まる関係式に基づいて前記面に対して異なる 高さを有する領域を障害物領域として検出する検出手段 **影する複数の植影デバイスと、この複数の植影デバイス** 前記面上の任意の点の各画像への投影位置の間に成り立 と、このパラメータ計算手段により計算されたパラメー 基づいて前記複数の画像間の対応点を求める抽出手段 と、この抽出手段により求められた対応点に基づいて、 つ関係式のパラメータを計算するパラメータ計算手段

た画像を基準画像とし、残りの撮影デバイスにより撮影 された画像を参照画像としたとき、前記基準画像上の任 徴の点に対応する前記参照画像上の対応点は、前記基準 画像上の任意の点と前記基準撮影デバイスの視点とを結 ぶ直線の前記参照画像上への投影直線上に拘束される。 23

第1の発明において、好適には、前記抽出手段は、前記

基準画像上の複数の線および前記基準画像に対する前記

参照画像上への投影直線に基づいて前記基準画像および

前記参照画像間の対応点の組を求めており、前記パラメ

一夕計算手段は、前記抽出手段により求められた前記基 や画像および前記参照画像間の複数の対応点の組に基づ いて、前記面上の任意の点の前記基準画像および前記参

の交点を第1の複数の対応点として求め、前記基準画像 照画像に対する投影位置の間に成り立つ関係式のパラメ 前記抽出手段は、前記基準画像上の複数の線の内の一本 上の複数の数の内の1以外の一本の数上の第2の複数の **応点として求めることにより、前記第1の複数の点およ** び第1の複数の対応点の組と前記第2の複数の点および 第2の複数の対応点の組とを求めるようにしている。第 1の発明において、好適には、前記検出手段は、前記基 単画像上の任意の点が前記面上に存在すると仮定した場 合に、前記任意の点に対応する前記参照画像上の対応点 の線1上の第1の複数の点と前記参照画像上の投影線と 点と前記参照画像上の投影線との交点を第2の複数の対 **一夕を求める手段である。第1の発明において、特に、** 20

6

特開2000-293693

5

記参照画像を、当該参照画像の任意の点が前記而上に存 ップと、紐影ステップにより扭影された複数の画像を記 級手段により変換された参照画像との差異を計算し、計 10 れる画像に変換する変換手段と、前記基準画像と前記変 在すると仮定した場合に、前記基準撮影デバイスで得ら にしている。第1の発明において、前記検出手段は、前 高さを有する障害物領域に属するか否かを判定するよう **前記参照画像上の対応点の輝度とを比較することによ** た複数の数に基力いて前記複数の画像間の対応点を求め 値するステップと、この記憶ステップにより記憶された 20 る知治物検出方法であって、複数の画像を撮影するステ によれば、複数の数を有する而上の障害物質域を検出す 戦している。上述した目的を達成するための第2の発明 する路面であり、前記障害物質出装置を前記移動体に搭 発明において、前記面は変空間で移動する移動体が走行 か否かを判定する差異計算手段とを備えている。第1の **向記面に対して異なる高さを有する知密物質域に属する** 算された滋興に基力いて、前記参照画像上の任意の点が り、何記基準画像上の任意の点が他記面に対して異なる て求め、前記基料画像上の任義の点の類度と求められた を、前紀関係式パラメータにより定まる関係式に基力い 間に成り立つ関係式のパラメータを計算するステップ **基力いて、前記面上の任意の点の各画像への投影位置の** るステップと、このステップにより求められた対応点に 複数の画像上に设された前記複数の線を抽出し、抽出し メータにより定まる関係式に基づいて前記面に対して異 と、このパラメータ計算ステップにより計算されたパラ

の道路平面上に存在する障害物を検出する状況を想定 而の傾斜等により時々刻々変化する道路平面と各TVカ 実施形態の障害物検出装置1は、道路平面上を走行する 咨物検出装置1の概略構成を示すプロック図である。本 処理について説明する。図1は、本実施の形態に係る層 右2台の画像撮影デバイス(TVカメラ、ステレオカメ **車等の路面(道路平面) 上を走行する車両に搭載した左** 参照して説明する。なお、本実施形態においては、自動 ップとを選えている。 台のTVカメラ(左側TVカメラ2a、右側TVカメラ 沿1は、自車両に係る3次元空間内の共通の面である例 道路平面上に存在する障害物を検出し、検出した障害物 メラとの幾何学的関係状め、その幾何学的関係を用いて **川両に搭載されており、自車両の走行時の援動や道路平** し、その想定状況での障害物検出装置による障害物検出 う)から、その走行方向前方における歩行者や先行車等 協家された画像(冶画像)を游符(記憶)するための画 20. 撮影された画像(左画像) およびTVカメラ2 bにより 2 b)を有する画像攝影館2と、TVカメラ2aにより えば走行方向前方の道路平面上の画像を撮影する左右2 を投示するようになっている。すなわち、阿密物段出装 【発明の変施の形態】本発明の実施の形態を添付図面を 30

なる高さを有する飢壊を暗害物領域として検出するステ し、この画像を参照画像とも呼ぶ)上での点(対応点) の点kに対応する他方の両像(本実施形態では右画像と は左画像とし、この画像を基準画像とも呼ぶ)上の任意 対して成り立つ拘束であり、一方の画像(本実施形態で こで、エピポーラ拘束とは、一般的なステレオカメラに るとし、走行中に変化しないように構成されている。 る位置や姿勢は未知で、エピポーラ拘束のみが既知であ

画像撮影部2は、左右2台のTVカメラ2a、2bによ 軸、このY軸に対して道路平面に沿って直交する方向を の2本の白猿 (1, 1') とし、直繰1, 1' 方向をY すように、上記道路平面上の2本の線を、道路平面両端 部6とを備えている。本実施形態においては、図2に示 された特徴線に基づいて関係式パラメータを計算するパ る2本以上の数を抽出するための特徴抽出部4と、抽出 像据視部3と、左画像および右画像上において特徴とな のTVカメラ2a、2bは、そのワールド座標系に対す a、2bの焦点距離を切り換えることにより、道路平面 おり、その撮影方向は、走行車両の前方に限らず、後方 a、2 bは、例えば所定間隔を空けて、例えばワールド り道路平面上の2枚の画像(左画像IL、右画像IR) て、この点を陥害物(障害物質域)として検出する検出 **づいて道路平面に対して異なる高さを有する点を求め** ラメータ計算部5と、計算された関係式パラメータに基 うことも可能である。そして、本実施形態における2台 (路面) の状況に応じて、広角撮影および望遠撮影を行 やサイド方向であってもよい。また、各TVカメラ2 **密膜系のX値方向に沿った左右に並べて取りしけられて** をそれぞれ撮影するようになっている。各TVカメラ2 X軸とするワールド座標系(絶対座標系)を設定する。

味する。エピポーラ拘束は以下のようにして求めてお 画像IR上における同一走査線上に存在するので、エピ 1 L上の任意の点の右画像1R上での対応点は、その右 れらを結ぶことにより定められる。例えば、各TVカメ ピポーララインELと呼ぶ。このエピポーララインEL **線上に拘束されることを意味する。この直線のことをエ** k、は、図3に示すように、その右画像IR上のある直 意の対応点の組 (u i、 v i)、 (u i '、 v i ') bの相対的な位置関係等が走行中に変化しないことを意 東が不変であるということは、ステレオカメラ2a、2 の焦点距離、画像原点等に依存するため、エビボーラ拘 a、2bの内部パラメータ、すなわち、各カメラレンズ 2b) 間の相対的な位置・姿勢の関係と、各カメラ2 ステレオカメラ(左側TVカメラ2a、右側TVカメラ ポーララインと走査線は一致する。エピポーラ拘束は、 ラ2a、2bの光軸を平行に配限した場合には、左画像 へ。今、ステレオ画像(左画像IL、右画像IR)の任 (レンズの中心点位置) とを右画像 I R 上に投影してそ (1=1, 2, ..., N) Ita. 左画像IL上の点kと左側TVカメラ2aの視点

> $(u_{i}', v_{i}', 1) F (u_{i}, v_{i}, 1)^{T} = 0$ (2)

からマトリクスFを求めることができる。すなわち、マ り立つ。8組以上、すなわち、N=8以上の対応点の組 るため、ワールド座標系に対する3次元位置が既知な点* トリクスFを対応点の組のみを用いて求めることができ 10 (但し、Fは、3×3のマトリクス) という関係式が成

応点は、右画像IR上の直線 *を用意する必要がなく、前述したキャリプレーション処 スFが求まると、左画像 I L 上のある点 (u, v) の対 理(作業)に比べて、非常に簡単な処理によりマトリク スドを求めることができる。このようにして、マトリク

 $(F_{11}u + F_{12}v + F_{13})u' + (F_{21}u + F_{22}v + F_{23})v' + (F_{31}u + F_{32}v + F_{33}) = 0$

点の右画像 I R上の対応点A', B', C', D'を、※ 線1上の任意の2点を各々A、C、直線1、上の任意の 直殺1と1.は左右画像1L、1R上において、各々交点(消失点)V、V.を持ち、V.はVのエピポーララ 直線(白線)1,1.をそれぞれ抽出する。なお、上記 画像IL、右画像IR)上において、道路両端の2本の 最初に、画像蓄積部2により蓄積された2枚の画像(左 モリにそれぞれ蓄積するようになっている。特徴抽出部 り撮影された2枚の画像(左画像IL、IR)を画像メ しており、画像撮影部2の各TVカメラ2a、2bによ 行う列の要素である。画像蕃積部3は、画像メモリを有 $C, F_{1,j}(1, j=1, 2, 3) | trhubaroi$ る。すなわち、式 (2) がエピポーラ拘束を表す。ここ 20 上にあることとなり、これがエピポーララインELとな 2本の直線抽出は、Hough変換等を用いて行なう。 4は、演算処理プロセッサおよびメモリを有しており、 2点を各々B、Dとすると、特徴抽出部4は、これら4 ことが可能である。このとき、左画像1L上における直 インLv上にあることを利用すれば、計算量を削減する

点Aの対応点A、は、右画像IR上において、直線1と ※エピポーラ拘束を用いることにより求める。すなわち、 点AのエピボーララインLAの交点として求めることが B、C、DのエビボーララインLB、LC、LDの交点 への投影点をそれぞれ (u, v), (u', v')とす 求められた4組の点の対応関係に基づいて、道路平面上 セッサおよびメモリを有しており、特徴抽出部4により v'D)とする。パラメータ計算部5は、演算処理プロ C, VC), (UD, VD), (U'A, V'A), 夕を、それぞれ (u A、 v A) , (u B、 v B) , (u B, C, Dおよび点A', B', C', D'の座標デー として求めることができる。ここで、得られた点A. でき、同様に、点B'、C'、D'も、それぞれ、点 平而上の任意の点P (X, Y) の左右画像IL, IR上 パラメータ (関係式パラメータ) を計算する。今、道路 IR上の投影点(u'.v')の間に成り立つ関係式の の任意の点の左画像IL上の投影点(u, v)と右画像 (u' B, v' B), (u' c, v' c), (u' D,

なる関係式が成り立つ。 h₁₁u+h₁₂v+h₁₃ $h_{31}u + h_{32}v + h_{33}$ h₃₁ u + h₃₂ v + h₃₃ h₂₁ u + h₂₂ v + h₂₃ * [外4] (4)

33) 『(丁は転置記号)は、各カメラ2a、2bのワールド座標系(道路平面) εετ. h= (h₁₁, h₁₂, h₁₃, h₂₁, h₂₂, h₂₃, h₃₁, h₃₂, h

【数2】

に対する位置や方向、カメラレンズの焦点距離、面像原点等によって決まる関係 式パラメータである。

* * [9/5]

すなわち、パラメータ計算節5は、上記関係式パラメータhを特徴検出部4で 求められた4つの対応点の組 { $\{u_\Lambda,\ v_\Lambda\}$, $\{u'_\Lambda,\ v'_\Lambda\}\sim \{u_D,\ v_D\}$, (u'o、v'o) に基づいて計算する。

%IO % [4/6]

今、1つの解わが上式(4)を満足するならば、そのわを定数は借したKhも 上式を満足するため、hゥゥ=1としても一般性を失わない。したがって、上式

(4) において hゥゥ=1として分母を払って整理すると、

* * [数5]

 $u' = h_{11}u + h_{12}v + h_{13} - u' (h_{31}u + h_{32}v)$ $v' = h_{21}u + h_{22}v + h_{23} - v' (h_{31}u + h_{32}v)$

, v_B), (u'_B, v'_B) , (u_c, v_c) , (u'_c, v'_c) , (u_D, v_D) , (u'o、v'o) がそれぞれ満足するため、8つの未知パラメータh;1~h3gに対 し8本の連立方程式が得られる。そこで、パラメータ計算部5は、上記8本の連 立方程式を解くことにより、関係式パラメータh,1~h,1を求め、これらh,1 上記方程式 (5) を4組の対応ペア { (u, v, v,) , (u', v',) 、 (u \$ \$ [M7]

~hゥゥとhゥゥ=1より、関係式パラメータhを求めることができる。

◆いて求める。今、求められた点P' (u', v')の脚

1 R 上での対応点P" (u, v)を前掲 (4) 式に基づ◆ おり、左画像IL上の任意の点P(u,v)の輝度をB 存在すると仮定した場合の上記点P (u, v) の右画像 皎出部6は、演算処理プロセッサおよびメモリを有して L (n, v) とし、この点P (n, v) が道路平面上に

5. **すなわち**,

[数6]

道路平面上に存在すれば、点PとP、は正しい対応点の 組となるから、基本的には点PとP'の制度が同じにな

度をBk (n, v) とすると、点P (n, v) が実際に

(煙灰製が一・一) $D = |B_L(u, v) - B_R(u', v')|$

とした場合、検出部6は、D≠0, あるいは翻説を考慮 し、D>Thr(Thrはあらかじめ数定した関値)と

なる点Pを障掛物領域に属すると判定し、この点Pを陥 亊物として検出することができる。

æ

特開2000-293693

以上述べたように、本実施形態の障害物検出装置1によれば、道路面上の複数 の線を用いて、各カメラの道路面との関係を表すパラメータhを求め、この関係

式パラメータトに基づいて道路平面上の障害物領域を検出することができるため

20 **修炼の障害検出処理を行う際には、エピポーラ拘束は、*** することができるため、車両の安全性・信頼性の一個の るため、ディスプレイ8を祝認することにより、運転手 したがって、韓害物(韓害物被出領域)の検出特度を向 上させることができ、年両の安全性・信頼性の一層の向 に、検出部6により検出された障害物質域情報および自 中両における例えば運転手のハンドル操作に応じた運転 方向指示情報に基づいて警報発生処理を行う警報発生部 7を散けておくことにより、運転手のハンドル操作によ り、自車両を障害物領域(障害物)に向かわせるための **運転方向指示情報が警報発生部?に送られると、警報発** 生部7は、障害物領域情報および運転方向指示情報に基 づいて自車両が障害物領域に向かって走行することを判 向上に寄与することができる。さらに、本実施形態の変 形例として、図6に示すように、自申両内の運転手が視 **認できる位階に取り付けられたディスプレイ8と、画像 蓄積部3に蓄積された例えば左画像1Lをそのディスプ** レイ8に扱示し、後旧部6により後出された障害物領域 情報に基づいて、上記左画像ILに対して、障害物領域 以外の安全領域と障害物領域との表示態様を異ならせる 表示処理(例えば、安全領域を緑の表示色、障害物領域 を赤の表示色にする処理や、障害物領域を表すマーカを 左画像1L上の障害物領域の座標位置に重畳表示する処 理等を行う画像処理プロセッサ9とを散けてもよい。こ のように構成すれば、走行車両の前方に存在する障害物 の視界の死角に存在する障害物等を容易かつ確実に認識 することができ、車両の安全性・信頼性の一層の向上に 画像撮影部2の2台のTVカメラ2a、2bを左右に並 ペて車両に搭載し、TVカメラ2a、2bにより2枚の 画像を撮影しているが、これら2台のカメラ2a、2b は、エピポーラ拘束を維持し、自車両に係る共通の平面 をそれぞれが撮影可能であれば、どのように配置しても は、自車両が障害物へ向かって走行していることを認識 領域と安全領域とがディスプレイ 8 上で明確に識別でき 上に寄与することができる。例えば、図5に示すよう 断し、磐粗を発生する。この結果、走行車両の運転手 寄与することができる。なお、本実施形態においては、

て表現できる。以下では画像をこのように表現する。例 えば、図8に示すような、先行車両を含むステレオ画像 (ロ, v)、右画像をg (n, v)、右画像の変換後の 画像をg'(u、v)とすれば、画像変換部10は、以 (参照画像)上での対応点k、が名参照画像上のある回 は左画像11および右画像1R上の4組の点の対応関係 組以上の対応関係から得られる10本以上の連立方程式 後出部6は、さらに図りに示すように構成することも可 能である。この変形例において、検出部6は、画像変換 部10、 芸異計算部11を備えており、これら画像変換 部10、差異計算部11は、演算処理プロセッサの処理 機能として具体化される。画像変換部10は、参照画像 一般に、画像は画像上の点(n,v)を変数とし、その 各点に対して輝度値が定義された関数f(n,v)とし **級上に拘束されることを意味する。また、特徴抽出部4** い。この場合では、パラメータ計算部5により、その5 である右画像IRを以下の手順に従って画像変換する。 *3枚以上の撮影画像の中の1枚の画像を基準画像とし、 を最小自乘法等を用いて解くことも可能である。また、 その基準画像上の任意の点とに対応する残りの各画像 を求めたが、5組以上の対応関係を同様に求めてもよ (左回像、右画像) が撮影されたとし、左画像を f Fのように、変換画像g' (u, v) を求める。 (数7)

路平而上に存在すると仮定した場合に、左側TVカメラ 画像g'(u', v')との間の差分(画楽間差分)を 取ることにより、道路平面上の障害物を検出することが g' (u, v) は、画像g (u, v) 上の任意の点が道 2 a で得られる画像である。例えば、図9に示す右画像 (u', v') が得られる。図10に示すように、道路 平面上にある点の投影点は、左画像f(n, v)と変換 画像g'(u',v')で同一となるのに対し、道路平 **両)上の点は、道路からの高さに応じて異なる位置に投** 粉される。したがって、この左回像f(n, v)と変換 回し、(u', v')は、前掲式(4)により求める。 面上にない点、すなわち、障害物(この場合は先行車 g (n, v) からは、同図に示すような変換画像g' g'(u, v) = g(u', v') (7) 可能である。すなわち、楚異計算部11は、

(一・一は絶対値) $D' = \{f(u, v) - g'(u, v)\}$

æ

【図11】本発明の変形例として、移動体に1台のTV

3

採問遊分をとることによって2枚の画像(荘画像、右画 することができる。また、校出館6の差異検出部は、画 属すると判定し、この点 (u, v) を障害物として検出 あるいは駅腔を考慮し、D′>Thr(Thrはあらか (4) の差異を検出したが、本変形例はこれに限定される* で表される競分D、を計算し、このD、が、D、+0、 **じめ数定した図値)となる点(u, v)を四部物質域に**

【数9]

*ものではない。例えば、検出部6の差異検出部は、各画 ウインドウ内の輝度値の正規化相互相関にを計算して説 異を検出することも可能である。この場合、2枚の画像 て (2 m + 1) × (2 m + 1) のウインドウを設定し、 (u, v) C試、 (左画像、右画像) F (u, v), G (u, v) の点 (左画像、右画像)の対応する各点(各画案)に対し

z | - $(F(u+\xi, v+\eta)-a_1)(G(u+\xi, u+\eta)-a_2)$ 0102

CI

別はこれに限定されるものではない。例えば、図11に のTVカメラを搭載した場合について説明したが、本発 陸する際の陪留物後出にも適用することが可能である。 航空機やヘリコプター等の移動体が滑走路等の路面に着 が、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば、 貸されたTVカメラからの際倍物校出に関して説明した ころで、本実施形態では、道路而上を走行する車両に格 算部の関係式パラメータ計算処理および検出部6の障害 した特数抽出部4の特数抽出処理、関係式パラメータ計 れぞれが演算処理プロセッサおよびメモリを有している においては、図1に示した各プロック構成要素4~6そ **に母母的を改出することができる。さらに、本実施形態** 説明したが、山面の場合であっても、平面の場合と同様 きる。また、本実施形態では、道路両を平面と仮定して **数として抽出すれば、同様に路路物を校出することがた** る場合には自模は曲線となる。この場合には、自線を曲 本の自数を直数として抽出したが、道路がカープしてい ことができる。また、本実施例では道路平而の両端の2 示したように構成しても、障害物質域を容易に検出する ようになっている。上述したように、校川部を災形室に 資足する点(u、v)を腎密物質域に属すると判定する **対達C<Thr(Thrはめらかごめ報信した図録)や** の輝度の分散である。このとき、差異計算部11は、計 2 枚の固食 F (u, v), G (u, v) のウィンドウ内 v) のウインドウ内の解釈の斗功、 σ 2 1, σ 2 2は、 1). al、a2は2枚の画像F(u, v), G(u, で扱される。ここで、N= (2ω+1) × (2ω+ 2を搭載し、予め車両15が走行する道路の路側の上方 50 示すように、移動体(非両15)には1台のTVカメラ 一方、本沒施形態によれば、車両等の移動体に2台以上 物校出処理を行うように構成することも可能である。と へ、1つの演算処理プロセッサおよびメモリにより上述 と説明したが、本発明はこれに限定されるものではな 2

画像を用いることにより、連続した障害物検出処理を行 形も可能である。 の画像間で補圧処理を行うことが必要である。その他、 なお、車両に搭載されたTVカメラと道路監視用カメラ に加えて、耳両に搭載するTVカメラの台数を減らすこ ラ16から無線通信装置17を介して送信された第1の て、自車両15の現在の走行位置に近い方の監視用カメ したステレオ視技術に基づく処理を実行することによ 5により苗野された画像(第2の画像)に堪力いて上河 総由して収け取り、この画像(第1の画像)と自中同1 れた道路監視用カメラ16の画像を無線通信装置17を する阿密物検出装置1 a は、その走行位置近伤に設置さ わち、中両15に搭載された1台のTVカメラ2Aを有 に基づく障害物検出処理を行うことも可能である。すな の画像を利用することにより、上述したステレオ視技術 本発明の要旨を逸脱しない範囲内であれば、如何なる変 との大きさが異なる場合には、得られた第1および第2 とができ、障害物検出装置のシステムが簡素化される。 うことができる。このように構成すれば、上述した効果 に例えば所定間隔毎に設置された道路監視用カメラ16 障害物検出装置1aは、自車両15の走行に応じ 道路上の阿密物を検出することが可能である。そし

せることができる。 **咨物を検出することができ、その実用性を大幅に向上さ** 援助や道路平面に傾斜にある場合でも、安定に面上の知 行者等の障害物を検出することができる。特に、本発明 野や男の男類を収けることなく、画像中から先行車や歩 により阿容物を検出することができるため、明るさの変 方法および装置によれば、路面等の面からの高さの有無 **線検出等の簡単な処理により求めているため、走行中の** では、路面と各撮影デバイスとの幾何学的な関係を、直 【発明の効果】以上述べたように、本発明の障害物検出

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る障害物検出装置の概

略構成を示すプロック図。

道路平而上の白線を示す図。 【図2】道路平面上に設定されたワールド座標系および

【図3】エピボーラ拘束を説明するための図。

右両保田の対応点の組を求める処理を説明するための

2a, 2b TVカメラ

2 画像摄影部 | 障害物検出装置 【符号の説明】

る障害物検出装置を示すプロック図。

装置を示すブロック図。 害物領域および安全領域の表示処理を有する障害物検出

【図8】ステレオ画像の一炮を示す図。

【図9】右画像とその変換画像を示す図。

【図10】 左画像と右画像の変換画像とを示す図。

カメラを搭載し、道路の路側に設置された道路監視用力 メラを利用してステレオ視を行う構成を示す図。

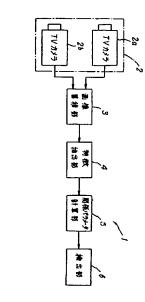
【図4】図1に示す特徴抽出部の自熱抽出処理および左

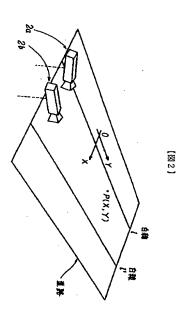
【図5】図1の構成に加えて、磐報発生処理機能を有す

【図7】図1に示す検出部の他の構成を示すプロック

(図 1

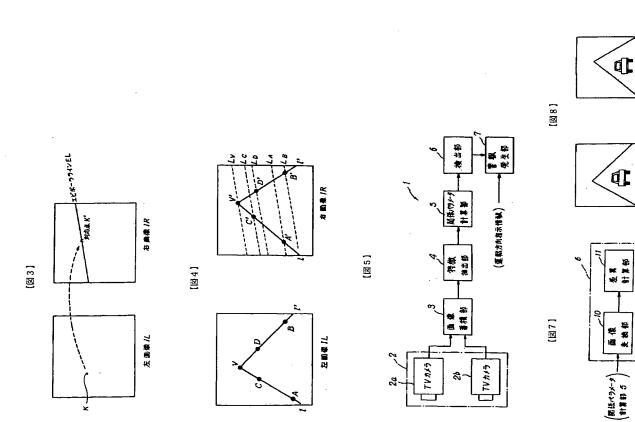
【図6】図1の構成に加えて、ディスプレイに対する間 10 9 画像処理プロセッサ 4 特徵抽出部 11 差異計算部 10 画像変換部 関係式パラメータ計算部 画像器和部 ディスプレイ **李** 田 昭 警朝発生部





[9図]

Ξ



大林后母 9(以) [図10] 左面様 チ(ロ,ひ) ディスプレイ 1 東無無 g'(U.V') [図11] 日本大学日 [区] 名画像 g(U,V) **1**

る画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された複数 の画像上に扱された前記複数の線を抽出し、抽出した複 数の級に基づいて前記複数の画像間の対応点を求める抽 手段と、このパラメータ計算手段により計算されたパラ メータにより定まる関係式に基づいて前記面に対して異 デバイスによりそれぞれ撮影された複数の画像を記憶す 出手段と、この抽出手段により求められた対応点に基づ いて、前記面上の任意の点の各画像への投影位置の間に 成り立つ関係式のパラメータを計算するパラメータ計算 国体を協労する複数の協労デバイスと、この複数の協労 出する障害物検出装置であって、 【開求項1】 複数の線を有する面上の障害物領域を検 [提出日] 平成11年7月13日(1999, 7, 1 【発明の名称】 障害物検出方法および装置

(桶正对象档類名) 明細盐 [桶正对象项目名] 全文

[手税補正1]

[手統補正盘]

【蛰氪名】 明細醬

[桶正方法] 変更

[桶正内容]

[特許耐水の範囲]

右角像 g(u, v)

左南後 f(U,V)

手段とを備えたことを特徴とする阿容物検出装置。 なる高さを行する領域を踏曲物領域として検出する検出

基準撮影デバイスの視点とを結ぶ直線の前記参照画像上 照画像上の対応点は、前記基準画像上の任意の点と前記 記載の四部物検出数四。 **残りの撮影デバイスにより撮影された画像を参照画像と 印描影デバイスにより撮影された画像を基準画像とし、** への投影直線上に拘束されることを特徴とする請求項 1 したとき、前記基準画像上の任意の点に対応する前記参 【辯求項2】 信託複数の描影デバイスの内の1つの描

の殺および前記基準画像に対する前記参照画像上への投 彩川数に基プいて前記基準画像および向記参照画像回の 対応点の組を求めており、 【請求項3】 前記抽出手段は、前記基準画像上の複数

の組に基づいて、何記而上の任務の点の前記基準画像お **前記パラメータ計算手段は、前記抽出手段により求めら** 米項2記載の障害物換出装置。 式のパラメータを求める手段であることを特徴とする語 よび仲記参照画像に対する投影位配の間に成り立つ関係 れた前記基準画像および前記参照画像間の複数の対応点

の複数の点および第2の複数の対応点の組とを求めるよ を第2の複数の対応点として求めることにより、前結第 め、何記基や画像上の複数の数の内の一以外の一本の数 の数の人の一本の数一十の第1の数数の点っ在記参照画 像上の投影線との交点を第1の複数の対応点として求 1の複数の点および第1の複数の対応点の組と前記第2 上の第2の複数の点と信託参照画像上の技影数との交点 【湖泉項4】 前記抽出手段は、前記基準画像上の複数

の点に対応する前記参照画像上の対応点を、前記関係式 物領域に属するか否かを判定するようにしたことを特徴 特面像上の圧倒の点の類度と求められた前記参照画像上 の点が前記而上に存在すると仮定した場合に、前記任意 とする請求項3または4記載の附書物検出装置。 上の任意の点が向記面に対して異なる高さを有する四音 の対応点の知度とを比較することにより、前記基準画像 パラメータにより定まる関係式に基づいて求め、前記基 【蔚永項5】 前記検出手段は、前記基準画像上の任意

参照画像の任意の点が前記面上に存在すると仮定した場 いて、前記参照画像上の任意の点が前記面に対して異な れた参照画像との発現を計算し、計算された発現に基力 変換手段と、前記基準画像と前記変換手段により変換さ 合に、前記基準撮影デバイスで得られる画像に変換する 吳計算手段とを備えたことを特徴とする翻求項 3 または る高さを有する知函物領域に属するか否かを判定する遊 【請求項6】 前記検出手段は、前記参照画像を、当該

記変換参照画像との荒分を取ることにより前記范巽を計 【請求項7】 前記差異計算手段は、前記基準画像と前

算するようにしたことを特徴とする請求項 6 記載の陥割

求項 6 記載の障害物検出装置。 とにより差異を計算するようにしたことを特徴とする話 変換参照画像間の輝度値の正規化相互相関を計算するこ 定し、数定したウインドウ内の前記基準画像および前記 任何の点に対して、この点を中心としたウインドウを設 【請求項8】 前記差異計算手段は、前記参照画像上の

項記載の障害物検出装置。 載したことを特徴とする請求項1乃至8の内の何れか1 する路面であり、前記障害物検出装置を前記移動体に搭 【請求項9】 前記面は実空間で移動する移動体が走行

とする請求項9記載の四番物検出装置。 避するための所定の処理を行う手段を備えたことを特徴 られた際に、前記移動体の前記障害物領域への移動を回 領域に対して前記移動体を移動させる移動指示情報が送 【請求項10】 前記検出手段により検出された障害物

なくとも1つの画像を、前記検出手段により検出された る請求項10記載の知密物検出装置。 異なる態様で表示する表示手段を備えたことを特徴とす 間密物領域を当該画像上の他の安全領域の表示態様とは 【請求項11】 前記画像記憶手段により記憶された少

検出する四番物検出方法であって、 【請求項12】 複数の線を有する面上の障害物領域を

複数の線を抽出し、抽出した複数の線に基づいて前記複 複数の画像を撮影するステップと、撮影ステップにより る障害物検出方法。 領域として検出するステップとを備えたことを特徴とす 点の各画像への投影位置の間に成り立つ関係式のパラメ により求められた対応点に基づいて、前記而上の任意の 数の画像間の対応点を求めるステップと、このステップ ステップにより記憶された複数の画像上に表された前記 撮影された複数の画像を記憶するステップと、この記憶 **づいて前記而に対して異なる高さを有する領域を暗害物** プにより計算されたパラメータにより定まる関係式に基 ータを計算するステップと、このパラメータ計算ステッ

【発明の詳細な説明】

[0001]

車両以外の物体(以下、障害物と定義する)を検出する 障害物検出方法および装置に関する。 り、先行車等の他車両や歩行者等の道路上に存在する自 **車等の車両の運転を支援するために、TVカメラによ** 【発明の属する技術分野】道路等の而上を走行する自動

するものと、TVカメラを利用するものとに大別され は、その障害物検出手段としてレーザや超音波等を利用 【従来の技術】道路上の障害物を検出するための技術

式は、レーザ自体が高価であるため、非実用的である。 【0003】障害物検出手段としてレーザを利用する方

> あり、これも実用性を阻害している。 超音波の解像度が低いため、障害物の検出特度に問題が また、障害物検知手段として超音波を利用する方式は、

> > ることができる。このステレオ祝を用いた障害物検出方 式によれば、1台のカメラを用いた場合で区別すること

スチャを有する障害物を道路領域と区別して検出するこ が困難であった道路に類似した輝度、色、あるいはテク

【0010】ところで、通常のステレオ規技術は、画像

の面からも障害物検出に適することが分かっている。 比較的安価であり、その解像度や計測精度、計測範囲等 としてTVカメラを使用する方式は、TVカメラ自体が 【0004】上記2つの方式に対して、障害物検出手段

い中程度の輝度領域、つまり灰色の領域を抽出して道路 カメラで撮影した1枚の画像から、輝度や色、あるいは 台のカメラ (ステレオカメラ)を使用する方法がある。 領域を抽出し、それ以外の領域を阿语物領域としてい 領域を求めたり、テクスチャの少ない領域を求めて道路 と障害物質域とを分離する。例えば、画像中で彩度の低 テクスチャ(模様)等の情報を手がかりにして道路領域 を用いる場合、1台のTVカメラを使用する方法と複数 【0005】道路上の障害物検出手段としてTVカメラ 【0006】1台のTVカメラを使用する方法は、その

るパラメータ(関係式パラメータ)を求める必要があ

勢(撮影方向等)、カメラレンズの焦点距離等)に関す 3次元位置を求める技術であり、このためには、あらか 上の任意の点のワールド庇標系(絶対庇標系)に対する

じめ各カメラのワールド座標系に対する関係(位置、姿

る。以下、関係式パラメータを求める作業(処理)をキ

ャリプレーションと尽ぶ。

【001.1】キャリプレーションは、ワールド風森珠に

区別するのは困難である。 た何度、色、あるいはテクスチャを有する障害物も数多 く存在するため、この方法で障害物領域と道路領域とを 【0007】しかしながら、道路上には、道路に類似し

を分離することのみに着目して、キャリプレーションを

【0013】そこで、画像上で道路領域と隋唐物領域と

業を行うには、多大な時間と労力を必要とするという問

【0012】しかしながら、上記キャリプレーション作

の位置や姿勢、カメラレンズの焦点距離等に関する関係 像への投影位置を求め、ワールド原標系に対するカメラ 対する位置が既知の多数の点を用意し、それらの点の画

式パラメータを算出する作業である。

出する。これは一般にステレオ祝と呼ばれる検出方式で 応づけ、三角測量の要領で、その点の3次元位置を求め 間し、3次元空間中で同一点である点を左右画像間で対 ある。ステレオ視とは、例えば2つのカメラを左右に配 方法は3次元情報を手がかりにして道路上の障害物を検 【0008】これに対し、複数台のTVカメラを用いる

以下のようにして判別できる。

(u, v), (u', v')とすれば、

【0015】道路平面上の点の左右画像への投影点を

て、障害物を検出する方式が考え出されている。 さ有り→道路平而上の障害物、点さ無し→道路平而とし 行うことなく、道路平面からの高さの有無を判別し、

【0014】このとき、道路平面からの高さの有無は、

の高さの有無により、障害物領域と道路領域とを分離す の任意の点の道路平面からの高さを得ることができ、こ をあらかじめ求めておくと、 ステレオ視により、 画像中 【0009】各カメラの道路平面に対する位置や姿勢等

$$\frac{h_{11}u + h_{12}v + h_{13}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}} \quad v' = \frac{h_{21}u + h_{22}v + h_{23}}{h_{31}u + h_{32}v + h_{33}} \quad \dots (1)$$

ح (

(外1)

h;, h;, h;) * (Tは転置記号) は、各カメラの道路平面に対する関係

(位置と姿勢、さらに、各カメラのレンズの焦点距離、画像原点等)を表す関係

式パラメータである。市は、予め道路平面上の4点以上の左右画像への投影点(

P(u,v)が道路平面上に存在すると仮定した場合の 【0016】この関係式を用いて、左面像上の任意の点 u., v.)、(u.', v.')(i = 1, 2, …, N)から求めておく。

右画像上の対応点P′(u', v')を求める。点Pが 道路平面上に存在すれば、点PとP′が正しい対応点の

て、点PとP.の輝度の追いが大きい場合には、点Pは 障害物領域に属すると判定することができ、キャリブレ 組となるので、2点の輝度の遊は小さくなる。したがっ **一ションを行うことなく障害物の判定を行うことが可能**

[0017]

[342]

上近した道路平面からの高さの有無により障害物を検出する方式は、ステレオ

現用の複数台のカメラが固定している際、すなわち、車両が停止している際にお

いては、道路平面と各カメラとの間の幾何学的な関係は変わらないため、一度次

めた関係式パラメータ」を使って、道路平面上に存在する障害物を検出可能であ

「発明が解決しようとする課題」上述したように、複数 台のTVカメラを用いて道路平面からの高さの有無によ りキャリブレーションを行うことなく障害物を検出する 障害物検川装置は、超音波やレーザを検出手段として利 用する装置と比べて安価で、かつ被出精度が高く、しか [0018]

も、キャリブレーション作業を不用にして障害物検出に かかる時間および労力を低減するという多くの利点を有

している。

[0019]

(543)

しかしながら、上記道路平面からの高さの有無により障害物を検出する障害物

検出装置において、車両が走行している場合には、車両自体の振動や道路の傾斜

の変化等のため、道路平面と各カメラとの間の相対的な位置や姿勢等の関係は時

4刻々変化する。すなわち、車両走行中においては、道路平面と各カメラの幾何

学的関係は絶えず変化するため、関係式パラメータトも変化し、障害物の検出精

度が巻しく低下するという問題があった。

[0020] 本発明は上述した事情に鑑みてなされたも ので、エビボーラ拘束のみが既知な複数のTVカメラを 川いて植形した철数枚の画像から、近上の2本以上の様 も、路面上に存在する障害物を検出することができる障 の幾何学的な関係を求めることにより、キャリブレーシ ョンが不要で、走行中に振動や路面自体に傾斜があつて 害物検出方法および装置を提供することをその目的とす の投影像を抽出し、抽出した投影像から面と各カメラと

[0021]

【歌題を解決するための手段】上述した目的を達成する ための第1の発明によれば、複数の線を有する面上の障 **沓物領域を検出する障害物検出装置であって、画像を撮** によりそれぞれ撮影された複数の画像を記憶する画像記 億手段と、この画像記憶手段に記憶された複数の画像上 **影する複数の撮影デバイスと、この複数の撮影デバイス** 前記頭上の任意の点の各画像への投影位置の間に成り立 に表された前記複数の線を抽出し、抽出した複数の線に 基づいて前記複数の画像間の対応点を求める抽出手段 と、この抽出手段により求められた対応点に基づいて、

タにより定まる関係式に基づいて前配面に対して異なる 高さを有する領域を障害物領域として検出する検出手段 と、このパラメータ計算手段により計算されたパラメー つ関係式のパラメータを計算するパラメータ計算手段 とを備えている。

イスの内の1つの基準撮影デバイスにより撮影された画 像を基準画像とし、残りの協影デバイスにより撮影され た画像を参照画像としたとき、前記基準画像上の任意の 点に対応する前記参照画像上の対応点は、前記基準画像 上の任意の点と前記基準撮影デバイスの視点とを結ぶ直 【0022】第1の発明において、前記複数の描影デバ 級の前記参照画像上への投影直線上に拘束される。

【0023】第1の発明において、好適には、前記抽出 に対する前記参照画像上への投影直線に基づいて前記基 り、前記パラメータ計算手段は、前記抽出手段により求 手段は、前記基準画像上の複数の線および前記基準画像 められた前記基準画像および前記参照画像川の複数の対 準画像および前記参照画像間の対応点の組を求めてお

像および前記参照画像に対する投影位置の間に成り立つ

応点の組に払づいて、前記面上の任意の点の前記某準画

関係式のパラメータを求める手段である。

[0024]第1の発明において、特に、前記抽出手段 の複数の対応点として求め、前記基準画像上の複数の線 画像上の投影線との交点を第2の複数の対応点として求 の対応点の組と前記第2の複数の点および第2の複数の は、前記基準画像上の複数の線の内の一本の線1上の第 の内の一以外の一本の線上の第2の複数の点と前記参照 めることにより、前記第1の複数の点および第1の複数 1の複数の点と前記参照画像上の投影線との交点を第1 対応点の組とを求めるようにしている。

[0025] 第1の発明において、好適には、前記検出 対して異なる高さを有する障害物領域に属するか否かを 手段は、前記基準画像上の任意の点が前記面上に存在す ると仮定した場合に、前記任意の点に対応する前記参照 画像上の対応点を、前記関係式パラメータにより定まる 関係式に基づいて求め、前記基準画像上の任意の点の脚 度と求められた前記参照画像上の対応点の輝度とを比較 することにより、前記基準画像上の任意の点が前記面に 判定するようにしている。

任すると仮定した場合に、前記基準撮影デバイスで得ら [0026]第1の発明において、前記検出手段は、前 記参照画像を、当該参照画像の任意の点が前記面上に存 れる画像に変換する変換手段と、前記基準画像と前記変 前記面に対して異なる高さを有する障害物領域に属する 算された差異に基づいて、前記参照画像上の任意の点が **機手段により変換された参照画像との差異を計算し、** か否かを判定する遊異計算手段とを備えている。

助する移動体が走行する路面であり、前記障害物検出装 【0027】第1の発明において、前記面は実空間で移 留を前記移動体に搭載している。

メータにより定まる関係式に基づいて前記面に対して異 る阳当物検出方法であって、複数の画像を撮影するステ ップと、撮影ステップにより撮影された複数の画像を記 複数の画像上に表された前記複数の線を抽出し、抽出し た複数の線に基づいて前記複数の画像間の対応点を求め るステップと、このステップにより求められた対応点に 基づいて、前記面上の任意の点の各画像への投影位置の と、このパラメータ計算ステップにより計算されたパラ なる髙さを有する飢城を陥害物飢城として検出するステ 【0028】上述した目的を達成するための第2の発明 によれば、複数の線を有する面上の障害物領域を検出す **値するステップと、この記憶ステップにより記憶された** 間に成り立つ関係式のパラメータを計算するステップ ップとを備えている。

右2台の画像撮影デバイス (TVカメラ、ステレオカメ 【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を添付図面を **参照して説明する。なお、本実施形態においては、自動 中等の路面 (道路平面) 上を走行する車両に搭載した左** ラ)から、その走行方向前方における歩行者や先行車等

し、その想定状況での障害物検出装置による障害物検用 の道路平面上に存在する障害物を検出する状況を想定 処理について説明する。

特開2000-293693

9

[0030] 図1は、本実施の形態に係る障害物検出装 閏1の俄略構成を示すプロック図である。 [0031] 本実施形態の障害物検出装置1は、道路平 面上を走行する車両に搭載されており、自車両の走行時 の振動や道路平面の傾斜等により時々刻々変化する道路 平面と各TVカメラとの幾何学的関係求め、その幾何学 的関係を用いて道路平面上に存在する障害物を検出し、 検出した障害物を表示するようになっている。

(左側TVカメラ2a、右側TVカメラ2b)を有する 基づいて関係式パラメータを計算するパラメータ計算部 5と、計算された関係式パラメータに基づいて道路平面 画像撮影部2と、TVカメラ2aにより撮影された画像 (左画像) およびTVカメラ2 bにより撮影された画像 左回像および右画像上において特徴となる2本以上の線 を抽出するための特徴抽出部4と、抽出された特徴級に に対して異なる高さを有する点を求めて、この点を障害 物(障害物領域)として検出する検出部6とを備えてい [0032] すなわち、障害物検出装置1は、自車両に 係る3次元空間内の共通の面である例えば走行方向前方 (右画像)を著積(記憶)するための画像蓄積部3と、 の道路平面上の画像を撮影する左右2台のTVカメラ

に、上記道路平面上の2本の線を、道路平面両端の2本 のY軸に対して道路平面に沿って直交する方向をX値と [0033] 本実施形態においては、図2に示すよう の白袋 (1, 1') とし、直殺1, 1'方向をY軸、 するワールド座標系(絶対座標系)を設定する。

[0034] 画像撮影部2は、左右2台のTVカメラ2 a、2 bにより道路平面上の2枚の画像(左画像1L、 右画像IR)をそれぞれ撮影するようになっている。

[0035] 各TVカメラ2a、2bは、例えば所定間 隔を空けて、例えばワールド座標系のX軸方向に沿った 左右に並べて取りつけられており、その撮影方向は、走 い。また、各TVカメラ2a、2bの焦点距離を切り換 えることにより、道路平面(路面)の状況に応じて、広 行車両の前方に限らず、後方やサイド方向であってもよ 角撮影および劉遠攝影を行うことも可能である。

メラ2a、2bは、そのワールド座標系に対する位置や [0036] そして、本実施形態における2台のTVカ 姿勢は未知で、エピポーラ拘束のみが既知であるとし、 走行中に変化しないように構成されている。

の点(対応点) k'は、図3に示すように、その右画像 (本実施形態では左画像とし、この画像を基準画像とも 呼ぶ)上の任意の点とに対応する他方の画像(本実施形 **旅では右回像とし、この画像を参照画像とも呼ぶ)上で** [0037] ここで、エピボーラ拘束とは、一般的なス テレオカメラに対して成り立つ构束であり、

とを右画像IR上に投影してそれらを結ぶことにより定 kと左側TVカメラ2aの視点(レンズの中心点位器) 呼ぶ。このエピポーララインELは、左回像1L上の点 【0038】この直接のことをエピボーララインELと IR上のある直線上に拘束されることを意味する。

画像IR上での対応点は、その右画像IR上における同 一走査製上に存在するので、エピポーララインと走査線 平行に配置した場合には、左側像11上上の任意の点の右 【0039】例えば、各TVカメラ2a、2bの光軸を

【0040】エピポーラ拘束は、ステレオカメラ(左側

$$(u_{i}', v_{i}', 1) F (u_{i}, v_{i}, 1)^{T} = 0$$

(但し、Fは、3×3のマトリクス) という関係式が成

知な点を用意する必要がなく、前述したキャリプレーシ ができるため、ワールド原標系に対する3次元位置が既 の組からマトリクスドを求めることができる。すなわ 【0042】8制以上、すなわち、N=8以上の対応点 マトリクスドを対応点の組のみを用いて求めること

$$(F_{11}u+F_{12}v+F_{13})u'+(F_{21}u+F_{22}v+F_{23})v'+(F_{31}u+F_{32}v+F_{33})=0$$

る。すなわち、式(2)がエビボーラ拘束を表す。ここ 行」別の敗珠である。 上にあることとなり、これがエビボーララインELとな Fıj (1. j=1, 2, 3) はマトリケステの1

された2枚の画像(左画像11、1R)を画像メモリに それぞれ器領するようになっている。 り、遺像植形郎2の名TVカメラ2a、2bにより植形 【0044】画像蓄積部3は、画像メモリを有してお

いて、道路両端の2本の直線(白線)1、1、をそれぞ ぴメモリを有しており、概初に、画像茶稿部2により搭 褶された2枚の画像(左画像IL、右画像IR)上にお 【0045】特徴抽出部4は、演算処理プロセッサおよ

V、はVのエピポーララインLv上にあることを利用す 変換等を用いて行なう。直線1と1、は左右頭像1L、 れば、計算風を削減することが可能である。 IR上において、各々交点(消失点) V、V、を持ち、 【0047】このとき、左面像1L上における直線1上 [0046] なお、上記2本の直線抽出は、Hough

画像IR上の対応点A'、B'、C'、D'を、エピポ 各々B、Dとすると、特徴抽出部4は、これら4点の右 の任意の2点を各々A、C、直線1、上の任意の2点を ーラ恒果を用いることにより求める。 h₁₁u+h₁₂v+h₁₃

$$h_{31}u + h_{32}v + h_{33}$$

間・姿勢の関係と、各カメラ2a、2bの内部パラメー が走行中に変化しないことを意味する。 に依存するため、エビボーラ拘束が不変であるというこ TVカメラ2a、右側TVカメラ2b)間の相対的な位 とは、ステレオカメラ2a、2bの相対的な位置関係等 タ、すなわち、各カメラレンズの焦点距離、画像原点等

任意の対応点の組(u 1, v 1)、(u 1, v 1,) おく。今、ステレオ画像(左画像IL、右画像IR)の (i=1, 2, ..., N) Ital, 【0041】エピポーラ拘束は以下のようにして求めて

【数2】

$$v_{i}$$
, 1) $^{T}=0$ (2)

ョン処理(作数)に比べて、非常に簡単な処理によりマ トリクスFを求めることができる。

像IR上の直模 と、左両像IL上のある点(u,v)の対応点は、右面 【0043】このようにして、マトリクス下が求まる

[数3]

$$(2^{v+F}23)^{v'} + (F_{31}^{u+F}2^{v+F}3) = 0$$

B), (u'c、v'c), (u' p、v' p) とす 点A'、B'、C'、D'の座標データを、それぞれ D'も、それぞれ、点B、C、DのエピポーララインL 交点として求めることができ、同様に、点B°.C°. (uA, VA), (uB, VB), (uC, VC), (uD, VD), (u'A, V'A), (u'B, V' R上において、点袋Iと点AのエピボーララインLAの B、LC、LDの交点として求めることができる。 [0049] ここで、仰られた点A、B、C、Dおよび 【0048】すなわち、点Aの対応点A'は、右画像I

サおよびメモリを有しており、特徴抽出部4により求め 数の点の左両像IL上の投影点(n, v) と右面像IR られた4組の点の対応関係に基づいて、道路平面上の任 メータ(関係式パラメータ)を計算する。 上の投影点(u'、v')の間に成り立つ関係式のパラ 【0050】パラメータ計算部5は、演算処理プロセッ

左右画像IL,IR上への投影点をそれぞれ(n, v) . (u' . v') とすれば、 【0051】今、道路平面上の任意の点P(X, Y)の

[数4]

$$\mathbf{v}' = \frac{\mathbf{h}_{21} \mathbf{u} + \mathbf{h}_{22} \mathbf{v} + \mathbf{h}_{23}}{\mathbf{h}_{31} \mathbf{u} + \mathbf{h}_{32} \mathbf{v} + \mathbf{h}_{33}} \quad \dots \dots (4)$$

なる関係式が成り立つ。 [0052][外4]

22 c. h = (hi, his, his, hai, has, hes, hei, his, his) 1

(Tは転便記号)は、各カメラ2a、2bのワールド座標系(遊路平面)に対す

る位置や方向、カメラレンズの焦点距離、画像原点等によって決まる関係式パラ

メータである。

[94.5] [0053]

すなわち、パラメータ計算部5は、上記関係式パラメータhを特徴検出部4で

求められた4つの対応点の値((u x、 v x), (u′x, v′x)~(u p, v p).

(u'o、 v'o)) に基づいて計算する。

[91.6] [0054]

今、1つの解力が上式(4)を満足するならば、その力を定数は倍したよ力も

上式を満足するため、h**=1としても一般性を失わない。したがって、上式(

4)においてh,s=1として分母を払って整理すると、

[数5]

 $v' = h_{21}u + h_{22}v + h_{23} - v' (h_{31}u + h_{32}v)$ $u' = h_{11}u + h_{12}v + h_{13} - u' (h_{31}u + h_{32}v)$ (5)

(外7) [0055]

上記方程式(5)を4組の対応ペア((u^、v^),(u'a, v'a)、(u a

、 ν ») . (u' », · ν' ») 、 (u ε, ν ε) , (u' ε, ν' ε) , (u », ν ») , (

u'o、v'o))がそれぞれ満足するため、8つの未知パラメータh;,~h;pに対

8本の連立方標式が得られる。そこで、パラメータ計算部5は、上記8本の連立

方程式を解くことにより、関係式パラメータh;,〜h;;を求め、これらh;,〜h

ュュとhsュ=1より、関係式パラメータhを求めることができる。

v) の類皮をBL (u, v) とし、この点P (u, v) モリを有しており、左画像IL上の任意の点P(u、 前掲 (4) 式に基づいて求める。 が道路平面上に存在すると仮定した場合の上記点P (u, v) の右面像 I R 上での対応点 P' (u, v) を 【0056】検出部6は、演算処理プロセッサおよびメ

度をB R (u, v) とすると、点 P (u, v) が実際に 組となるから、基本的には点PとP'の輝度が同じにな 道路平面上に存在すれば、点PとP'は正しい対応点の [0057] 今、求められた点P' (u', v')の阿

[0058] すなわち、

(9)

(単位番だ)・一・一)

[0059] [948]

D= | B1 (u, v) - Bn (u', v') | とした場合、検出部6は、Dキ0,あるいは誤差を考慮 し、D>Thr (Thrはあらかじめ数定した関値)と なる点Pを障害物領域に属すると判定し、この点Pを障 害物として検出することができる。 以上述べたように、本実施形態の障害物検出装置1によれば、道路面上の複数

の線を用いて、各カメラの道路面との関係を表すパラメータ」を求め、この関係

式パラメータルに基づいて道路平面上の陶書物領域を検出することができるため

自車両走行中における上述した走行車両自体の振動や道路の極斜の変化等に影

響を受けることなく、障害物領域を検出することができる。

【0060】したがって、腎部物(腎部物被出飯域)の **欧出精度を向上させることができ、
車両の安全性・信頼** 性の一層の向上に寄与することができる。

ば運転手のハンドル操作に応じた運転方向指示情報に基 物領域(障害物)に向かわせるための運転方向指示情報 が整報発生部7に送られると、整報発生部7は、障害物 [0061] 例えば、図5に示すように、検出部6によ り検出された障害物領域情報および自車両における例え づいて警報発生処理を行う警報発生部7を設けておくこ とにより、迎転手のハンドル操作により、自車両を障害 領域情報および運転方向指示情報に基づいて自車両が降 **咨物領域に向かって走行することを判断し、警報を発生** 【0062】この結果、走行車両の運転手は、自車両が 障害物へ向かって走行していることを認識することがで きるため、車両の安全性・信頼性の一個の向上に寄与す ることができる。

する処理や、障害物質域を表すマーカを左画像1L上の 障害物領域の座標位置に重畳表示する処理等を行う画像 [0063] さらに、本実施形態の変形例として、図6 に示すように、自車両内の運転手が視認できる位置に取 り付けられたディスプレイ8と、画像蓄積部3に蓄積さ 上記
左回像
1し
に対
して、
的
害物
領域
以
外
の
安
全
領域
と ば、安全領域を緑の表示色、障害物領域を赤の表示色に 検川部6により検出された障害物質域情報に基づいて、 れた例えば左回像!」をそのディスプレイ8に表示し、 障害物領域との表示態様を異ならせる表示処理 (例え 処理プロセッサ9とを設けてもよい。

存在する障害物領域と安全領域とがディスプレイ8上で により、辺低手の視界の死角に存在する障害物等を容易 かつ確実に認識することができ、単両の安全性・信頼性 [0064] このように構成すれば、走行車両の前方に **明確に識別できるため、ディスプレイ8を視認すること** の一圈の向上に寄与することができる。

[0065]なお、本実施形態においては、画像撮影部

搭載し、TVカメラ2a、2bにより2枚の画像を撮影 2の2台のTVカメラ2a、2bを左右に並べて車両に しているが、これら2台のカメラ2a.2bは、エビポ **ーラ拘束を維持し、自車両に係る共通の平面をそれぞれ** た、3台以上のTVカメラを車両に配置することも可能 が撮影可能であれば、どのように配置してもよい。ま

画像)上での対応点は、が各参照画像上のある直線上に 以上の楹跋画像の中の1枚の画像を基準画像とし、その 基準画像上の任意の点とに対応する残りの各画像(参照 【0066】 3台以上のTVカメラを用いて本実施形態 の障害検出処理を行う際には、エピポーラ拘束は、3枚 拘束されることを意味する。 [0067]また、特徴抽出部4は左画像1しおよび右 画像1 R 上の4組の点の対応関係を求めたが、5組以上 の対応関係を同様に求めてもよい。この場合では、バラ メータ計算部5により、その5組以上の対応関係から得 られる10本以上の運立方程式を最小自張法等を用いて 解くことも可能である。

り、これら画像変換部10、差異計算部11は、演算処 [0068] また、検出部6は、さらに図7に示すよう に構成することも可能である。この変形例において、検 出部6は、画像変換部10、差異計算部11を備えてお 理プロセッサの処理機能として具体化される。

[0069] 画像変換部10は、参照画像である右画像 Rを以下の手順に従って画像変換する。

[0070] 一般に、画像は画像上の点(n, v)を変 (u, v) として表現できる。以下では画像をこのよう 数とし、その各点に対して輝度値が定義された関数!

[0071] 例えば、図8に示すような、先行車両を含 左画像をf(n, v)、右画像をg(n, v)、右画像 の変換後の画像をg'(u、v)とすれば、画像変換部 10は、以下のように、変換画像B、 (u, v) を求め むステレオ画像(左画像、右画像)が撮影されたとし、

但し、(u', v')は、前掲式(4)により求める。 g'(u, v) = g(u', v') (7) 例TVカメラ2aで得られる画像である。 [0072] [数7]

らは、同図に示すような変換画像B'(u', v')が [0074] 例えば、図9に示す右画像g (u, v) か 得られる。図10に示すように、道路平面上にある点の で表される差分D'を計算し、このD'が、D' +0, あ るいは誤差を考慮し、D′>Thr (Thrはあらかじ め設定した関値)となる点(n, v)を障害物領域に属 すると判定し、この点(u,v)を障害物として検出す ることができる。

[0077]また、検出部6の差異検出部は、画楽問差 分をとることによって2枚の画像(左画像、右画像)の 差異を検出したが、本変形例はこれに限定されるもので

任意の点が道路平面上に存在すると仮定した場合に、左 [0073]g'(n, v)は、画像g(n, v)上の

 $D' = \{f(u, v) - g'(u, v)\}$

を検出することも可能である。 (1・1は晩好信)

なわち、障害物(この場合は先行単両)上の点は、道路 v')で同一となるのに対し、道路平面上にない点、 投影点は、左圓像f(n, v)と変換画像g.(n. からの高さに応じて異なる位置に投影される。

特開2000-293693

(20

[0075] したがって、この左回像 f (u, v) と変 を取ることにより、道路平面上の障害物を検出すること |換画像g'(u', v')との間の差分 (画楽問差分) が可能である。

[0076] すなわち、遊児計算部11は、 [簽8]

..... (8)

[0078] 例えば、検出部6の差異検出部は、各画像 (左画像、右画像)の対応する各点 (各画案) に対して インドウ内の輝度値の正規化相互相関のを計算して遊覧 (2 m + 1) × (2 m + 1) のケインドウや設従し、

【0079】この場合、2枚の画像(左画像、右画像) F (n, v), G (u, v) の点 (u, v) Cは、 [数9]

 $\sum_{\xi=-0}^{b} \sum_{\xi=-0}^{e} \frac{(F(u+\xi, v+\eta)-a_1)(G(u+\xi, v+\eta)-a_2)}{n-1}$

2枚の画像 F (n, v), G (n, v)のウィンドウ内 1)、a1,a2は2枚の画像F(u,v),G(u, v)のウインドウ内の解膜の平均、021,032は、 {0080} CCT, N= (2ω+1) × (2ω+ の阿度の分散である。

Fhr (Thrはあらかじめ散定した閾値)を協足する 点(u, v)を陥沓物領域に属すると判定するようにな [0081] このとき、遊異計算部11は、計算値C<

[0082] 上述したように、検出部を変形例に示した っている。

ように構成しても、障害物領域を容易に検川することが

場合には白椒は曲椒となる。この場合には、白椒を曲椒 として抽出すれば、同様に障害物を検出することができ 【0083】また、本実施例では道路平面の両端の2本 の白線を直線として抽出したが、道路がカーブしている たぎる.

[0084]また、本実施形態では、道路面を平面と仮 定して説明したが、曲面の場合であっても、平面の場合 と同様に障害物を検出することができる。

[0085] さらに、本実施形態においては、図1に示 した各ブロック構成要素 4~6それぞれが演算処理プロ セッサおよびメモリを有していると説明したが、本発明

はこれに限定されるものではなく、1つの演算処理プロ セッサおよびメモリにより上述した特徴抽出部4の特徴 抽出処理、関係式パラメータ計算部の関係式パラメータ 計算処理および検出部6の障害物検出処理を行うように 構成することも可能である。

関して説明したが、本発明はこれに限定されるものでは なく、例えば、航空機やヘリコプター等の移動体が滑走 路等の路面に着陸する際の障害物検団にも適用すること [0086]ところで、本実施形態では、道路而上を走 行する単両に搭載されたTVカメラからの障害物検川に が可能である。

【0087】一方、本実施形態によれば、車両等の移動 体に2台以上のTVカメラを搭載した場合について説明 したが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0088] 例えば、図11に示すように、移動体(単 5 が走行する道路の路側の上方に例えば所定間隔毎に散 より、上述したステレオ視技術に基づく障害物検出処理 置された道路監視用カメラ16の画像を利用することに **両15)には1台のTVカメラ2を搭載し、予め車両1** を行うことも可能である。

位置近傍に設置された道路監視用カメラ16の画像を無 級通信装置17を経由して受け取り、この画像(第1の Vカメラ2Aを有する障害物検出装置1aは、その走行 【0089】すなわち、車両15に搭載された1台のT

右側保間の対応点の組を求める処理を説明するための

画像)と自虫両15により投影された画像(第2の画像)に基力いて上巡したステレギ及技術に基力へ処理を 像)に基力いて上巡したステレギ及技術に基力へ処理を 銀行することにより、道路上の質密物を検出することが 可能である。

【0090】そして、熔容物級出装置1 aは、自山両15の連行に応じて、自山両15の現在の連行位置に近い方の際租用カメラ16から無級通信装置17を介して送信された第1の画像を用いることにより、連続した熔音物級出処理を行うことができる。

【0091】このように構成すれば、上述した効果に加えて、車両に搭載するTVカメラの台数を減らすことができ、四部物検出数置のシステムが簡素化される。なお、車両に搭載されたTVカメラと道路監視用カメラとの大きさが現なる場合には、得られた第1および第2の 画像間で補正処理を行うことが必要である。

(0092)その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲内であれば、如何なる変形も可能である。

[0093]

【宛明の効果】以上述べたように、本発明の配音物検出 方法および装置によれば、磐面等の面からの高さの有無 により知音物を検出することができるため、明るさの変 動や駅の影響を受けることなく、画像中から先行車や歩 行者等の段音物を検出することができる。

(0094)特に、本発明では、路面と各撮影デバイスとの幾何学的な関係を、直繋検出等の簡単な処理により 決めているため、進行中の振動や道路平面に傾斜にある 現合でも、安定に面上の短角物を検出することができ、 その災用性を大幅に向上させることができる。

0

画家发表部

警報発生部 ディスプレイ 画像処理プロセッサ

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る风容物後出鉄圏の展 関格成を示すプロック図。 【図2】道路平価上に設定されたワールド廃標系および

> 【手続補正2】 【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図1 【補正方法】変更

桶正内容]

【図2】道路平面上に設定されたワールド底標系および 道路平面上の白線を示す図。

【図3】エピポーラ拘束を説明するための図。

【図4】図1に余す特数抽出部の白数抽出処理および右

TVAXS

(手統領正3) (領正対象協對名)図面

TV 335

**

拉皮

基 红色

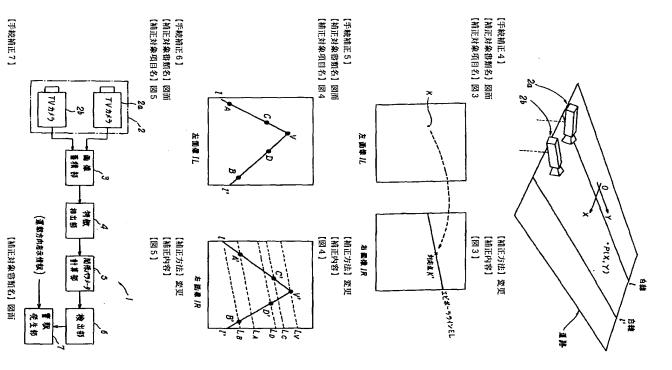
【補正対象項目名】図2

[図2]

【補正内容】

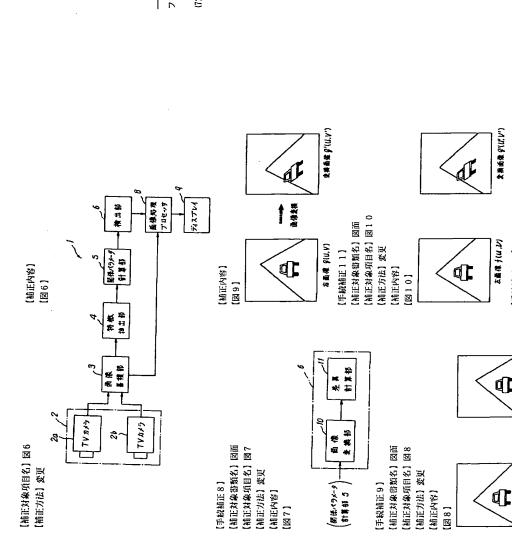
[植正方法] 変更

装置を示すプロック図。 害物領域および安全領域の表示処理を有する障害物検出 2a、2b TVカメラ カメラを搭載し、道路の路側に設置された道路監視用カ る障害物検出装置を示すプロック図。 メラを利用してステレオ視を行う構成を示す図。 【図6】図1の構成に加えて、ディスプレイに対する頃 【図5】図1の構成に加えて、雲報発生処理機能を有す 【符号の説明】 【図11】本発明の変形例として、移動体に1台のTV 【図9】右圃像とその変換圃像を示す図。 【図10】左圃像と右圃像の変換圃像とを示す図。 【図8】ステレオ画像の一例を示す図。 【図7】図1に示す検出部の他の構成を示すプロック 画家描彩思 夜出鸱 特徵抽出部 画像落构部 简音物模出装置 関係式パラメータ計算部



特開2000-293693

(53)



(補正対象項目名)図11

右函像 g(U,Y)

左康康 f(u,v)

[桶正方法] 変更

(桶正内容)

[桶正对象售類名] 図面 [植正対象項目名] 図9

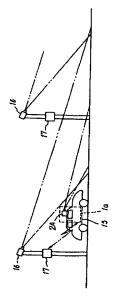
[手裁補正10]

[植正方法] 変更

[図]]

[植正対象掛類名] 図面

[手続補正12]



フロントページの概念

兵庫県神戸市東灘区本山南町8丁目6番26 (72) 発明者 小野口 一郎

Fターム(参考) 5B057 AA06 BA02 BA15 CE16 DA08 导株式会社東芝関西研究所内

DA15 DA16 DC03 DC22 DC34 5H180 AA01 CC04 CC24 LL01 LL02 LL08